

*[Handwritten Signature]*

Patent  
Attorney's Docket No. 027260-517

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of )  
Minoru KAWANO, et al. ) Group Art Unit: Not Assigned  
Application No.: Not Assigned ) Examiner: Not Assigned  
Filed: March 4, 2002 )  
For: OPTICAL MODULE AND METHOD )  
OF MANUFACTURING THE OPTICAL )  
MODULE )  
)

11046 U.S. PRO  
10/086861  
03/04/02  


**CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY**

Assistant Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed:

Japanese Patent Application No. 2001-262983

Filed: August 31, 2001

In support of this claim, enclosed is a certified copy of said prior foreign application. Said prior foreign application was referred to in the oath or declaration. Acknowledgment of receipt of the certified copy is requested.

Respectfully submitted,

BURNS, DOANE, SWECKER & MATHIS, L.L.P.

Date: March 4, 2002

By: Platon N. Mandros  
Platon N. Mandros  
Registration No. 22,124

P.O. Box 1404  
Alexandria, Virginia 22313-1404  
(703) 836-6620

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

J1046 U.S. PRO  
10/086861  
03/04/02

This is to certify that the annexed is a true copy of  
the following application as filed with this Office.

Date of Application : August 31, 2001

Application Number : Japanese Patent Application No. 2001-262983

Applicant(s) : MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA

This 13th day of September, 2001

Commissioner,  
Japan Patent Office Kozo OIKAWA

Certificate No. 2001-3084787

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

11045 U.S. PRO  
10/08661  
03/04/02

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office

出願年月日

Date of Application:

2001年 8月31日

出願番号

Application Number:

特願2001-262983

出願人

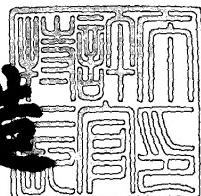
Applicant(s):

三菱電機株式会社

2001年 9月13日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3084787

【書類名】 特許願  
【整理番号】 534399JP01  
【提出日】 平成13年 8月31日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 G02B 6/00  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内  
【氏名】 河野 実  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内  
【氏名】 大江 慎一  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内  
【氏名】 後藤 勝彦  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内  
【氏名】 十河 敏雄  
【特許出願人】  
【識別番号】 000006013  
【氏名又は名称】 三菱電機株式会社  
【代理人】  
【識別番号】 100102439  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 宮田 金雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100092462

【弁理士】

【氏名又は名称】 高瀬 猛平

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011394

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光モジュール及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】

光素子を支持した支持部材と、  
上記光素子に光学的に接続された一端部及び上記支持部材の近傍で終端となる  
他端部を有する第1の光ファイバと、  
当該第1の光ファイバに融着接合された第2の光ファイバーと  
を備えることを特徴とする光モジュール。

【請求項2】

上記第1の光ファイバーと上記第2の光ファイバーとの融着接合部分は、上記  
支持部材により支持された  
ことを特徴とする請求項1に記載の光モジュール。

【請求項3】

光素子を支持した支持部材と、  
上記光素子に光学的に接続された第1の光ファイバと、  
当該第1の光ファイバに接合された第2の光ファイバーと、  
上記第1の光ファイバーと上記第2の光ファイバーとの接合部分を覆う樹脂部  
材と  
を備え、  
上記樹脂部材は上記支持部材により支持されたことを特徴とする光モジュール  
。

【請求項4】

上記第1の光ファイバーと上記第2の光ファイバーとの接合部分は、融着接合  
されている  
ことを特徴とする請求項3に記載の光モジュール。

【請求項5】

上記樹脂部材は、スリーブで覆われている  
ことを特徴とする請求項3又は4に記載の光モジュール。

【請求項6】

上記スリーブの周面には、単数又は複数の貫通穴が設けられていることを特徴とする請求項5に記載の光モジュール。

【請求項7】

上記スリーブの周面に設けられた単数の貫通穴は、当該スリーブ周面の中央附近に設けられている

ことを特徴とする請求項6に記載の光モジュール。

【請求項8】

上記スリーブは、紫外線を透過する透明な材質からなり、

上記樹脂は、照射された紫外線によって硬化する樹脂である

ことを特徴とする請求項5乃至7のいずれかに記載の光モジュール。

【請求項9】

上記スリーブは、ガラスからなる

ことを特徴とする請求項8に記載の光モジュール。

【請求項10】

上記スリーブには、上記第2の光ファイバが固定された側から、当該スリーブを被う弾力性のあるフードが取付けられており、

上記フードからは、上記第2の光ファイバが取出されている

ことを特徴とする請求項5乃至9のいずれかに記載の光モジュール。

【請求項11】

上記フードは、上記第2の光ファイバの取出し部分の肉厚が他の部分の肉厚と比べて厚い

ことを特徴とする請求項10に記載の光モジュール。

【請求項12】

上記フードはゴムからなる

ことを特徴とする請求項10又は11に記載の光モジュール。

【請求項13】

上記スリーブと嵌合する固定部材と、

上記固定部材を上記支持部材に保持する固定部材押えと

を備えたことを特徴とする請求項5乃至12に記載の光モジュール。

【請求項14】

上記固定部材は、上記スリーブから引出された上記第1の光ファイバを、当該固定部材内部に充填した熱硬化性の樹脂によって保持する  
ことを特徴とする請求項13に記載の光モジュール。

【請求項15】

上記スリーブと上記固定部材とは、同一の材質からなるとともに、  
上記スリーブと上記固定部材との嵌合部分には紫外線照射によって硬化する樹  
脂が介在している  
ことを特徴とする請求項14に記載の光モジュール。

【請求項16】

上記固定部材には溝が設けられるとともに、当該溝に樹脂が充填される  
ことを特徴とする請求項14又は15に記載の光モジュール。

【請求項17】

上記固定部材と、当該固定部材から引出された第1の光ファイバとが、支持部  
材上で樹脂モールドされる  
ことを特徴とする請求項14乃至16のいずれかに記載の光モジュール。

【請求項18】

上記支持部材上には、上記光素子を覆うパッケージが設けられるとともに、  
当該パッケージの外側面部には、上記第1の光ファイバを支持する突出部が設  
けられており、  
上記スリーブは、上記突出部と嵌合する  
ことを特徴とする請求項5乃至12のいずれかに記載の光モジュール。

【請求項19】

上記突出部の周面には、溝が設けられている  
ことを特徴とする請求項18に記載の光モジュール。

【請求項20】

支持部材に支持された光素子と第1の光ファイバと光学的に接続して、当該第  
1の光ファイバを支持部材に支持する工程と、

上記第1の光ファイバと、当該第1の光ファイバより長い第2の光ファイバとを融着接合する工程と、

上記第1の光ファイバと上記第2の光ファイバとの融着接合部分にスリーブを挿入する工程と、

上記スリーブ内部に上記融着接合部分を挿入した後、当該スリーブ内部に樹脂を充填する工程と

を備えることを特徴とする光モジュールの製造方法。

【請求項21】

上記スリーブ内部に充填した樹脂を紫外線によって硬化する工程を備えることを特徴とする請求項20に記載の光モジュールの製造方法。

【請求項22】

上記スリーブと勘合する固定部材に上記第1の光ファイバを挿入する工程と、上記固定部材を上記第1の光ファイバに挿入した後、当該固定部材内部に樹脂を充填する工程と、

上記固定部材を、当該固定部材を上記支持部材に保持する固定部材押えに設置する工程と、

上記固定部材に上記スリーブを嵌合する工程とを備えることを特徴とする請求項20又は21に記載の光モジュールの製造方法。

【請求項23】

上記固定部材に充填した樹脂を熱によって硬化する工程を備えることを特徴とする請求項22に記載の光モジュールの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、光モジュールに関し、ピグテール型光モジュールに適用して好適なものである。

【0002】

【従来の技術】

近年、ネットワーク通信の高速化、大容量化に対応するため、光ファイバを用いた光ファイバネットワーク通信が実用化されている。この光ファイバネットワーク通信では、電気信号を光信号に変換し、又は光信号を電気信号に変換する光モジュールを用いることにより、情報を高速かつ大容量で伝送できるようになされている。

#### 【0003】

この光モジュールは、光を出射又は受光する光素子と、当該光を伝搬する光ファイバとから構成されており、光信号の情報を劣化することなく伝達するには、光素子と光ファイバとの位置決めを精度良く行い、例えば光素子から出射された出射光を、適切な照度で光ファイバの端面に与える必要がある。

#### 【0004】

このため、光モジュールとして、光素子から出射した光を集光するレンズを行い、当該レンズを介して集光した光の焦点を光ファイバの端面に位置するように、光素子とレンズと光ファイバとをパッケージに取付けたピッグテール型の光モジュールがある。

#### 【0005】

ところが、このピッグテール型の光モジュールは、レンズを介して集光した光の焦点が光ファイバの端面に位置するように、当該光ファイバをパッケージに取付けるため、高精度の加工精度が要求され、光軸の調整が大変であるという問題があった。

#### 【0006】

この問題点を解決するため、光素子と光ファイバとを近接させて同一の基板に直接搭載する表面実装型の光モジュールが提案されている。これによって、光素子から光ファイバに対して適切な照度の光を与えながらも、工程上煩雑となる光軸合わせの必要がなくなる。

#### 【0007】

##### 【発明が解決しようとする課題】

ところで、この表面実装型の光モジュールは、光素子から光ファイバに対して与えられる光の照度が適切となるような、光素子と光ファイバとの位置精度（す

なわち、光素子と光ファイバとの光結合精度と呼ぶ)を得るため、光ファイバが基板に直接取付けられている。

【0008】

ところが、光ファイバは通常1～3mあるため、光モジュールの製造工程において、光素子に対して光ファイバを位置決めする際、当該光ファイバがその長さによって製造機械に絡まったり、当該光ファイバが保管状態によるくせによって丸まってしまうなど、光ファイバの取扱いが煩雑となり、光モジュールの生産効率が低下するという問題があった。

【0009】

本発明は以上の点を考慮してなされたもので、光素子と光ファイバとの光結合精度を維持しながら、光ファイバの取扱いの煩雑さを低減した光モジュールを開発することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

この発明に係る光モジュールは、光素子を支持した支持部材と、光素子に光学的に接続された一端部及び支持部材の近傍で終端となる他端部を有する第1の光ファイバと、第1の光ファイバに融着接合された第2の光ファイバーとを備えるようにしたものである。

【0011】

また、この発明に係る光モジュールは、第1の光ファイバーと第2の光ファイバーとの融着接合部分を、支持部材により支持するようにしたものである。

【0012】

また、この発明に係る光モジュールは、光素子を支持した支持部材と、光素子に光学的に接続された第1の光ファイバと、当該第1の光ファイバに接合された第2の光ファイバーと、第1の光ファイバーと第2の光ファイバーとの接合部分を覆う樹脂部材とを備え、樹脂部材が支持部材により支持されるようにしたものである。

【0013】

また、この発明に係る光モジュールは、第1の光ファイバーと第2の光ファイ

バーとの接合部分を融着接合するようにしたものである。

【0014】

また、この発明に係る光モジュールは、樹脂部材がスリーブで覆われるようとしたものである。

【0015】

また、この発明に係る光モジュールは、スリーブの周面には、単数又は複数の貫通穴が設けられるようにしたものである。

【0016】

また、この発明に係る光モジュールは、スリーブの周面に設けられた単数の貫通穴を、当該スリーブ周面の中央付近に設けるようにしたものである。

【0017】

また、この発明に係る光モジュールは、スリーブが、紫外線を透過する透明な材質からなり、照射された紫外線によって硬化する樹脂を用いるようにしたものである。

【0018】

また、この発明に係る光モジュールは、ガラスからなるスリーブを用いるようにしたものである。

【0019】

また、この発明に係る光モジュールは、スリーブには、第2の光ファイバが固定された側から、当該スリーブを被う弾力性のあるフードが取付けられており、フードからは、第2の光ファイバが取出されるようにしたものである。

【0020】

また、この発明に係る光モジュールは、第2の光ファイバの取出し部分の肉厚が他の部分の肉厚と比べて厚いフードを用いるようにしたものである。

【0021】

また、この発明に係る光モジュールは、ゴムからなるフードを用いるようにしたものである。

【0022】

また、この発明に係る光モジュールは、スリーブと嵌合する固定部材と、固定

部材を支持部材に保持する固定部材押えとを備えるようにしたものである。

【0023】

また、この発明に係る光モジュールは、固定部材が、スリーブから引出された第1の光ファイバを、当該固定部材内部に充填した熱硬化性の樹脂によって保持するようにしたものである。

【0024】

また、この発明に係る光モジュールは、スリーブと固定部材とは、同一の材質からなるとともに、スリーブと固定部材との嵌合部分には紫外線照射によって硬化する樹脂が介在するようにしたものである。

【0025】

また、この発明に係る光モジュールは、固定部材には溝が設けられるとともに、当該溝に樹脂が充填されるようにしたものである。

【0026】

また、この発明に係る光モジュールは、固定部材と、当該固定部材から引出された第1の光ファイバとが、支持部材上で樹脂モールドされるようにしたものである。

【0027】

また、この発明に係る光モジュールは、支持部材上には、光素子を覆うパッケージが設けられるとともに、当該パッケージの外側面部には、第1の光ファイバを支持する突出部が設けられており、スリーブが突出部と勘合するようにしたものである。

【0028】

また、この発明に係る光モジュールは、突出部の周面には、溝が設けられているようにしたものである。

【0029】

この発明に係る光モジュールの製造方法は、支持部材に支持された光素子と第1の光ファイバと光学的に接続して、当該第1の光ファイバを支持部材に支持する工程と、第1の光ファイバと、当該第1の光ファイバより長い第2の光ファイバとを融着接合する工程と、第1の光ファイバと第2の光ファイバとの融着接合

部分にスリーブを挿入する工程と、スリーブ内部に融着接合部分を挿入した後、当該スリーブ内部に樹脂を充填する工程とを備えるようにしたものである。

【0030】

また、この発明に係る光モジュールの製造方法は、スリーブ内部に充填した樹脂を紫外線によって硬化する工程を備えるようにしたものである。

【0031】

また、この発明に係る光モジュールの製造方法は、スリーブと嵌合する固定部材に第1の光ファイバを挿入する工程と、固定部材を第1の光ファイバに挿入した後、当該固定部材内部に樹脂を充填する工程と、固定部材を、当該固定部材を支持部材に保持する固定部材押えに設置する工程と、固定部材にスリーブを勘合する工程とを備えるようにしたものである。

【0032】

また、この発明に係る光モジュールの製造方法は、固定部材に充填した樹脂を熱によって硬化する工程を備えるようにしたものである。

【発明の実施の形態】

実施の形態1.

(1) 本実施の形態による光モジュールの構成

図1は本実施の形態によるピグテール型光モジュール（以下、単に光モジュールと呼ぶ）の外部構造を示す斜視図である。図2は図1に示す光モジュールからパッケージ（後述において説明するパッケージ12）を除いた外部構造を示す斜視図である。図3は図1のA-A線断面図である。また図4は図3のB-B線断面図である。以下、これらの図を用いて本実施の形態に示す光モジュールについて説明する。

【0033】

図において、11はレーザダイード（以下、LD:Laser Diode）からなる光素子、26は光素子11から出力された光を伝搬する光ファイバ、14は光素子11と引出ファイバ13とを搭載する第1のSi基板、15は引出ファイバ13を第1のSi基板14に固定する第2のSi基板、12は光素子11、引出ファイバ13、第1のSi基板14及び第2のSi基板15を内部に収容するセラミ

ック製のパッケージ、100はパッケージ12の上部に設けられパッケージ12を封止する蓋、21は光ファイバ26の先端に取付けられた、例えばSCコネクタなどの光コネクタ、30はリード端子である。

#### 【0034】

この第1のSi基板14には、光素子11を精度良く位置決めするための図示しないマーカが写真製版によってマーキングされているとともに、当該マーカを基準にして光ファイバ26を設置するためのV溝14aが、化学薬品を利用した異方性エッチングにより形成されている。

#### 【0035】

すなわち、光ファイバ26は、第1のSi基板14のV溝内に収容されて、第2のSi基板15によって上方からV溝の中心部に向けて押圧されることにより、V溝の両側面と第2のSi基板15の光ファイバ26との接触面によって3点保持され、マーカに設置された光素子11に対して精度良く位置決めされている。

#### 【0036】

かくして、光ファイバ26は、光素子11から出射された出射光を、当該出射光の照度を落とすことなく、受光することができるようになされている。

#### 【0037】

かかる構成に加えて、光ファイバ26は、パッケージ12内部から引出された第1の光ファイバである引出ファイバ13と、当該引出ファイバ13に接合され、当該引出ファイバ13より長い第2の光ファイバである外部コードファイバ20とから構成されている。

#### 【0038】

そして、パッケージ12の側面には、引出ファイバ13と外部コードファイバ20とを接続するファイバ接続部25が設けられている。また、パッケージ12の底面部には板状の支持台12aが設けられており、当該パッケージ12から突出した部分にファイバ接続部25が設置されている。そして、パッケージ12の支持台12aと、当該支持台12aに搭載された第1のSi基板14とが、光素子11を支持する支持部材となる。

【0039】

このファイバ接続部25は、引出ファイバ13を保持する円筒状の保持部材16と、引出ファイバ13と外部コードファイバ20とを保持するガラススリーブ19と、保持部材16及びガラススリーブ19を保持する保持部材押え17とから構成されている。

【0040】

そして、保持部材押え17は、支持台12aに設置されることにより、当該保持部材押え17に保持される保持部材16及びガラススリーブ19をパッケージ12に対して取付けるようになされている。

【0041】

さらに、この保持部材押え17は、上面部から中心方向にかけて略U字形状の溝が形成されており、例えば接着材を用いて円筒状からなる保持部材16をこの溝に接着することにより、当該保持部材16を保持している。

【0042】

そして、保持部材16は、円筒状のガラスからなるとともに、円筒の端面から長手方向に貫通穴が設けられており、当該貫通穴に充填されて硬化した熱硬化樹脂によって、貫通穴に挿入された引出ファイバ13を保持している。

【0043】

因みに、保持部材16は、引出ファイバ13が、第1のSi基板14のV溝を中心部に向けて押圧されて光素子11に対して精度良く位置決めされているため、当該保持部材16において円柱の径、貫通穴の径、円柱断面の貫通穴の位置などについて、特別な加工精度が要求されていない。

【0044】

また、ガラススリーブ19は、円筒状の保持部材16の径よりも大きい径を有する円筒状のガラスからなるとともに、保持部材16と同じガラスが用いられている。そして、ガラススリーブ19は、円筒の端面から長手方向に貫通穴が設けられており、当該貫通穴に充填されて硬化したUV硬化樹脂によって、貫通穴に挿入された引出ファイバ13及び外部コードファイバ20を保持している。

【0045】

一方、パッケージ12には、ファイバ接続部25と対向する側面に貫通穴が設けられており、パッケージ12内部から当該貫通穴を介して引出ファイバ13が外部に引出されている。

#### 【0046】

そして、パッケージ12は、当該パッケージ12の貫通穴が、引出ファイバ13の径よりも大きい径で設計されるとともに、当該貫通穴が樹脂によってコーティングされることにより、引出ファイバ13を最も適した位置で位置決めすることができ、かくして、この貫通穴から引出された引出ファイバ13に不要な力を加えることなく当該引出ファイバ13を固定するようになされている。

#### 【0047】

実際上、引出ファイバ13は、光ファイバのコアとクラッドとから構成され、クラッドの外周が被覆処理されていない光ファイバ（この種の光ファイバを光ファイバ芯線と呼ぶ）である。そして、この引出ファイバ13は、一端部がガラススリーブ19によって保護されている。

#### 【0048】

一方、外部コードファイバ20は、光ファイバ芯線の一端部を除いて、当該光ファイバ芯線を、例えばポリアミド樹脂からなる樹脂材で被覆処理した光ファイバである。そして、この外部コードファイバ20は、光ファイバ芯線部分と被覆処理した光ファイバ芯線部分の一部分とがガラススリーブ19によって保護されている。

#### 【0049】

ここで、引出ファイバ13及び外部コードファイバ20は、当該引出ファイバ13の端面と、当該外部コードファイバ20の芯線部分（以下、この部分を光ファイバ芯線20aと呼ぶ）の端面とが放電融着することにより接合されている。

以下、この接合部分を融着接合部28と呼ぶ。

#### 【0050】

すなわち、引出ファイバ13及び外部コードファイバ20による融着接合部28は、ガラススリーブ19とともに、当該ガラススリーブ19の中に充填されたUV樹脂23によって保護されている。

## 【0051】

具体的に、ガラススリーブ19は、図5のように構成されており、一端面側には、保持部材16の径と同じ径を有する円柱状の差込部19aが設けられるとともに、差込部19aの底面中心から長手方向に、被覆処理された外部コードファイバ20の径（一般的には、Φ0.9mm）と同じ径を有する貫通穴19cが設けられている。

## 【0052】

また、ガラススリーブ19は、その側面部に貫通穴19cと繋がる樹脂注入穴19eが穿設されており、当該樹脂注入穴19eを介してガラススリーブ19の内部である貫通穴19cにUV樹脂23を注入し得るようになされている。

そして、この樹脂注入穴19eは、ガラススリーブ19の側面部のうち中央附近に設けられている。これによって、樹脂注入穴19eから注入されたUV樹脂23は、ガラススリーブ19内部全域に均一に広がりやすくなる。

## 【0053】

実際上、ガラススリーブ19は、差込部19aに保持部材16が嵌合されるとともに、貫通穴19cに引出ファイバ13及び外部コードファイバ20が挿入されており、差込部19aと保持部材16との隙間、貫通穴19cと引出ファイバ13及び外部コードファイバ20との隙間、及び樹脂注入構19eには、UV樹脂23が充填されている。

## 【0054】

そして、このUV樹脂23は、ガラスになじむ特性を有することにより、ガラススリーブ19と、ガラスからなる保持部材16、引出ファイバ13及び外部コードファイバ20の光ファイバ芯線20aとの接合強度を向上している。

## 【0055】

かくして、ガラススリーブ19は、融着接合された引出ファイバ13及び外部コードファイバ20の融着接合部28を保護するとともに、コードファイバ20を、保持部16を介してパッケージ12に接続し得るようになされている。

## 【0056】

また、ガラススリーブ19は、先端部分に貫通穴が設けられたゴム製のフード

であるゴムフード22で覆われている。そして、ガラススリーブ19から取出されたコードファイバ20は、ゴムフード22に設けられた貫通穴を介して当該ゴムフード22から外部に取出されている。

#### 【0057】

このゴムフード22は、貫通穴周辺のゴム厚が尤も大きく、外部コードファイバ20に無理な応力が加わった場合、当該応力をゴムの弾力によって吸収することによりコードファイバ20の無理な曲がりを防止し、それに伴って外部コードファイバ20がガラススリーブ19の出口において急角度で曲がることを防止するようになされている。これによってゴムフード22は、外部コードファイバ20の折れを防止している。

#### 【0058】

また、ゴムフード22は、当該ゴムフード22を構成するゴムの特性上、外部からガラススリーブ19に照射される紫外線を遮断することができ、これによりガラススリーブ19に充填されたUV樹脂23を必要以上に硬化させることを防止できる。

#### 【0059】

なお、ガラススリーブ19の周面に紫外線を遮断する物質を塗布するようにしても、当該ガラススリーブ19に充填されたUV樹脂23を必要以上に硬化させることを防止できる。但し、この場合、ガラススリーブ19から突出した外部コードファイバ20の折れ曲がりを防止するため、当該ガラススリーブ19の出口周辺には、上述したゴムフード22より丈の短いゴムフードを取付ける必要がある。

#### 【0060】

また、保持部材16は、UV樹脂23との接合性を考慮してガラススリーブ19と同じガラスが用いられているが、貫通穴に充填させる樹脂として熱硬化樹脂を用いることにより、保持部材押え17にそのまま保持した場合でも、外部からの紫外線に対して影響が生じないようになされている。

#### 【0061】

(2) 本実施の形態による光モジュールの製造工程

次に、本実施の形態による光モジュールの製造工程について説明する。

なお、ファイバ芯線13は、外気にふれて当該外気中に含まれた水分が付着するとファイバ破断の原因となるため、本実施の形態における光モジュールを、温度管理された環境中で製造するようになされている。

#### 【0062】

まず、図6に示すように、適切な長さに切断した引出ファイバ13を、円柱状の保持部材16の貫通穴16aに通し、当該引出ファイバ13が保持部材16の両端から出た状態で位置決めする。

#### 【0063】

続けて、引出ファイバ13が挿入された状態で保持部材16の貫通穴16aに熱硬化型樹脂を注入し、この保持部材16をベーク炉に入れて加熱し、保持部材16と引出ファイバ13との間に介在する熱硬化樹脂を硬化させることにより、引出ファイバ13を保持部材16に固定する。

#### 【0064】

この場合、引出ファイバ13が挿入された保持部材16が、まだパッケージ12に設けられていないため、容量的にベーク炉に入れやすく、当該保持部材16を複数ベーク炉に入れて加熱することにより、生産性を向上することができる。このため、保持部材16には、熱硬化樹脂が用いられている。

#### 【0065】

その後、引出ファイバ13の両端13a及び13bに対して、垂直方向（すなわち、矢印a及びb方向）からその外周の一部に傷を付け、当該傷を付けた方向と同一方向に力を加えることにより、引出ファイバ13の両端13a及び13bを垂直に切断する（以下、これをクリープと呼ぶ）。

#### 【0066】

この場合、引出ファイバ13の一端面は、外部コードファイバ20との融着に用い、他の端面は、光素子11からの出射光との結合に用いるため、切断面を奇麗にする必要がある。

#### 【0067】

なお、引出ファイバ13の両端13a及び13bは、斜め方向に切断するよう

にしても良い。この場合も、同様に切断面を奇麗する必要がある。

【0068】

次に、図7に示すように、パッケージ12内に設けられた第1のSi基板14のマーカ位置に光素子11を搭載した後、パッケージ12の側面に設けられた貫通穴に引出ファイバ13を通して、第1のSi基板14のV溝14aに引出ファイバ13を載せる。

【0069】

続いて、光素子11からの出射光が適切な照度で引出ファイバ13の端面に与えられるように、引出ファイバ13の位置を調整して、当該引出ファイバ13の端部13aを光素子11に対して位置決めする。この場合、引出ファイバ13は、従来のピッグテール型の光モジュールに用いられるコードファイバと比較して、その長さが短いため、光素子11に対して容易に位置決めでき、取扱い易いという利点がある。

【0070】

その後、第1のSi基板14上に第2のSi基板15を固定することにより、引出ファイバ13は、第1のSi基板14に形成されたV溝14aの両側面部と、第2のSi基板15の底面部（引出ファイバ13と接触する面）とで3点支持されて、所定の位置に固定される。

【0071】

因みに、パッケージ12の貫通穴に通された引出ファイバ13が、第1のSi基板14のV溝14aに固定された際、当該貫通穴とV溝14aとの高さの違いによって引出ファイバ13に余分な力が加わらないように、第1のSi基板14のV溝14aとパッケージ12の貫通穴との高さが同じになるように、それぞれ加工されている。

【0072】

続いて、パッケージ12から取出された引出ファイバ13に保持部材16を通して、その後、当該保持部材16を、保持部材押え17に形成されたU字形状の溝に接着材を用いて固定する。

【0073】

その後、保持部材16から引出ファイバ13が出ている状態で、パッケージ12の封止を行って、光モジュールのパッケージ12側の製造工程を終了する。

#### 【0074】

かくして、以上の工程により、光ファイバの長さが製造の妨げになって生産効率が落ちることなく、パッケージ12から引出ファイバ13が取出されたピッグテール型の光モジュールを製造することができる。

#### 【0075】

次に、図8に示すように、外部コードファイバ20に予め、ガラススリーブ19と保護用ゴムフード22とを通す。続いて、ガラススリーブ19が通された側の外部コードファイバ20の被覆を剥いて光ファイバ芯線20aを取り出し、当該光ファイバ芯線20aの先端を垂直にクリープする。

#### 【0076】

次に、図9に示すように、保持部材16から引出されている引出ファイバ13のコアと、外部コードファイバ20の光ファイバ芯線20aのコアとを、顕微鏡を用いて高精度に位置合わせする。その後、引出ファイバ13と光ファイバ芯線20aとの接続部分に対して放電を行い、当該放電の熱によりかかる接続部分を融解することにより、引出ファイバ13と外部コードファイバ20の光ファイバ芯線20aとを融着（以下、これを放電融着と呼ぶ）する。

#### 【0077】

実際、この融着接合では、実接合損失が0.0数dB（0.03dB程度）と低損失での接合が可能となっている。すなわち、引出ファイバ13と外部コードファイバ20とを融着接合することにより、接合損失を低く抑えることができる。

#### 【0078】

次に、図10に示すように、コードファイバ20を通しておいたガラススリーブ19を保持部材16側（すなわち、矢印c方向）に移動させ、ガラススリーブ19に形成された差込口19aを当該保持部材16に差込む。

#### 【0079】

これにより、引出ファイバ13、光ファイバ芯線20a、及び引出ファイバ13と光ファイバ芯線20aとの融着部が、ガラススリーブ19によって覆われ、

水分付着によるファイバ破断を防止することができる。

【0080】

次に、図11に示すように、ガラススリーブ19に形成された樹脂注入穴19eから、UV光（紫外線）の照射によって硬化するUV樹脂23を注入する。

【0081】

そして、UV樹脂23は、樹脂注入穴19eを通って貫通穴19cに達した後、貫通穴19c中を広がり、ガラススリーブ19の端部である差込部19aにまで到達する。さらに、差込部19aまで到達したUV樹脂23は、保持部材16との嵌合部分にも一様に広がる。また、貫通穴19c中に広がったUV樹脂23は、コードファイバ20の差込部分にも一様に広がる。

【0082】

このUV樹脂23としては、均一に広がり、光ファイバ芯線（引出ファイバ13及びファイバ芯線20a）、ガラススリーブ19、及び保持部材16になじむ樹脂が選定されている。また、ガラススリーブに充填した樹脂が、当該ガラススリーブ19から漏れ出さない程度の粘度を有した樹脂が選定される。

【0083】

ところで、この場合、引出ファイバ13及び光ファイバ芯線20aが、ガラススリーブ19の貫通穴19cに満たされたUV樹脂23の中で沈み、引出ファイバ13及び光ファイバ芯線20a周辺のUV樹脂23が偏ってしまうことが考えられる。

【0084】

このように、UV樹脂23が引出ファイバ13及び光ファイバ芯線20a（総称してファイバ芯線と呼ぶ）周辺に偏ってしまう場合、ファイバ芯線の周辺に気泡が発生する可能性がある。従って、スリーブ19内のUV樹脂23が硬化した後、ファイバ芯線に付着した気泡が外部からの熱によって膨張して、当該ファイバ芯線を破損する恐れがある。

【0085】

この対策として、本実施の形態では、スリーブ19内のUV樹脂23を硬化する場合、スリーブ19に挿入されたファイバ芯線を両端で支持した状態で、当該

UV樹脂23を硬化させる。

#### 【0086】

次に、図12に示すように、UV樹脂23がガラススリーブ19内に一様に広がった状態で、ガラススリーブ19を介して、上方向（すなわち、z軸方向）から紫外線をUV樹脂23に照射し、当該UV樹脂23を硬化させる。なお、紫外線は、横方向（すなわち、y軸方向）の一方、又は両方向から照射しても良い。x軸の両方向から紫外線を照射した場合、支持台12aによる紫外線の遮断がないため、尤も効率的にUV樹脂23を硬化することができる。

#### 【0087】

かくして、融着接合部28のファイバ芯線は、UV樹脂23で被覆されこととなり、外気との接触を防ぐことができる。よって、ファイバ芯線を外気にさらすことによるファイバ破断などの問題は解消できる。また、融着結合部28は、ガラススリーブ19に充填されたUV樹脂23で固定されることにより、当該融着接合部28の接合部分への余分な負荷が掛からないようになされている。

#### 【0088】

また、上述のように、引出ファイバ13、外部コードファイバ20及び融着接合部28をガラススリーブ19に固定する樹脂として紫外線照射によって硬化するUV樹脂23を用いることにより、熱によって硬化する熱硬化樹脂を用いる場合に比べて、引出ファイバ13、外部コードファイバ20、融着接合部28及びパッケージ12内部に設けられた部品に対する熱による影響を低減することができる。

#### 【0089】

次に、図13に示すように、ゴムフード22に設けられた貫通穴に、ガラススリーブ19から取出された外部コードファイバ20を通して、外部コードファイバ側（すなわち、矢印c方向）からゴムフード22をガラススリーブ19に取付ける。

#### 【0090】

次に、図14に示すように、保持部材押え17と、当該保持部材押え17に向するパッケージ12の側面との間に生じる隙間、及び保持部材押え17に形成

された溝を樹脂で埋める。

#### 【0091】

これにより、パッケージ12の貫通穴が樹脂で被われるため、当該貫通穴からパッケージ12内部に侵入した外気による、引出ファイバ13のファイバ破断を防止することができる。また、パッケージ12から引出された引出ファイバ13のうち固定部材16で被われない部分に対しても、樹脂で被うことができるため、外気による当該引出ファイバ13のファイバ破断を防止することができる。

#### 【0092】

さらに、固定部材押え17の溝を被った樹脂によって、当該溝に固定された固定部材16を固定部材押え17に保持することができる。因みに、固定部材押え17と固定部材16との材質の違いによる線膨張によって引き剥がれが生じても、固定部材16を固定部材押え17に保持し続けられるようになされている。

#### 【0093】

従って、本実施の形態で示す光モジュールを製造する工程において、光ファイバの長さによって当該光ファイバの取扱いが尤も煩雑となる光素子11と光ファイバとの位置合わせの工程では、短い長さの引出ファイバ13を用い、その後、当該光ファイバ13に外部コードファイバ20を融着接合することにより、ピッゲーテール型の光モジュールを効率良く製造することができる。

#### 【0094】

ところで、光モジュールの製造工程上、長さの長い光ファイバを後から取扱う光モジュールとして、光モジュールの本体部分から光ファイバを脱着可能なレセプタクル型の光モジュールがある。

#### 【0095】

このレセプタクル型の光モジュールは、光ファイバを固定したフェルールと、当該フェルールと嵌合するレセプタクルとから構成されており、レセプタクル内部には、当該レセプタクルと嵌合したフェルールの光ファイバに光を出射する光素子が設けられている。

#### 【0096】

しかしながら、このレセプタクル型の光モジュールは、光ファイバが光素子を

備えたレセプタクルに取付けられていないため、光素子からの発射光の焦点を光ファイバの端面に位置合わせ（以下、これを調芯整合と呼ぶ）することが難しく、光結合性がピッグテール型の光モジュールと比較して劣っている。

#### 【0097】

また、レセプタクル型の光モジュールは、フェルールの加工精度を高めても公差内で精度バラツキ、例えば、フェルールの外径寸法、内径寸法、偏心量（外径中心に対する穴の位置）、心円度（理想円から中心が外れている程度）、が発生するため、完全な調芯整合が取れず、光特性が不安定となってしまう。

#### 【0098】

かくして、本実施の形態の光モジュールは、レセプタクル型の光モジュールと同様に光ファイバの取扱いが容易になるだけでなく、レセプタクル型の光モジュールよりも優れた光結合性（すなわち、光特性）を有している。

#### 【0099】

##### (3) 他の実施の形態

なお、上述の実施の形態では、保持部材16が、パッケージ12と別個に設けられて、保持部材押え17によって当該パッケージ12に固定される場合について述べたが、本実施の形態では、パッケージ12と保持部材16とを一体形成して設けるようにしても良い。

#### 【0100】

これにより、ガラススリーブ19は、保持部材16を介して直接パッケージ12に接合することができ、保持部材16及び当該保持部材押え17を支持する支持台12aが不要となることにより、製造工程を短縮することができる。

#### 【0101】

この場合、保持部材16には、図15(a)に示すような、螺旋状の溝を設けるようにしても良い。これより、パッケージ12に樹脂がなじまず、ガラススリーブとパッケージ12との接合強度が弱まった場合でも、硬化した樹脂がパッケージ12の溝にはまって、当該パッケージ12からガラススリーブ12が抜落ちてしまうことを防止できる。

#### 【0102】

また、保持部材16に形成される溝は、図15（b）に示すように、螺旋状の溝に代えて横溝にしても良い。

#### 【0103】

また、上述の実施の形態では、紫外線を透過させるスリーブとして透明なガラスからなるガラススリーブ22を用いた場合について述べたが、本実施の形態では、透明な樹脂からなるスリーブを用いるようにしても良い。但し、ガラスからなるスリーブを用いることにより製造コストを下げることができる。

#### 【0104】

なお、透明な樹脂からなるスリーブを用いる場合、当該スリーブとUV樹脂とのなじみが良い組合せを用いることにより、スリーブ部分での強度を向上することができる。

#### 【0105】

さらに、上述の実施の形態では、保持部材16を円柱状（保持部材16の断面が円状）に構成する場合について述べたが、本実施の形態では、保持部材16の断面を、例えば四角形状、又は円形の一部が切断された形状等の多角形状に構成し、これに応じてガラススリーブ19の第1の差込口19aを同様な多角形状にしても良い。これにより、ガラススリーブ19を保持部材16に差込んだ場合、ガラススリーブ19と保持部材16との取付け強度を向上させるができる。

#### 【0106】

さらに、上述の実施の形態では、引出ファイバ13は、全てが光ファイバ芯線である場合について述べたが、本実施の形態では、保持部材18で覆われる部分だけを光ファイバ芯線にするようにしても良い。

#### 【0107】

これにより、引出ファイバ13のうち、外気に触れてファイバ断線を生じる部分を少なくすることができる。

#### 【0108】

さらに、上述の実施の形態では、光素子としてLDを用いる場合について述べたが、本実施の形態では、光素子としてフォトダイオード（PD：Photo diode）を用いるようにしても良い。

## 【0109】

さらに、上述の実施の形態では、ガラススリーブ19に樹脂を充填して引出ファイバ13及びコードファイバ20を固定する場合について述べたが、本実施の形態では、ガラススリーブ19と同様な形を有する型に樹脂を充填し、当該樹脂が硬化した後で型を外して樹脂だけで、引出ファイバ13及びコードファイバ20を固定するようにしても良い。

## 【0110】

さらに、上述の実施の形態では、ガラススリーブ19の周面の中央付近に、貫通穴としての樹脂注入穴19eを一つ設ける場合について述べたが、本実施の形態においては、ガラススリーブ19の周面に複数の樹脂注入穴19eを設けるようにしても良い。これにより、これら樹脂注入穴19eが他の樹脂注入穴19eの空気穴となって、ガラススリーブ19内に樹脂を均一に充填することができる。

## 【0111】

さらに、上述の実施の形態では、ガラススリーブ19から突出した部分のコードファイバ20を保護するためにガラススリーブ19にゴムフード22を取付ける場合について述べたが、本実施の形態においては、ガラススリーブ19に硬化しても弾力性のある樹脂を用いるようにしても良い。

## 【0112】

また、この実施の形態の場合、外部コードファイバ20を挿入したガラススリーブ19に弾力性のある樹脂を充填し、当該樹脂が表面張力によって外部コードファイバ20の周辺に集まるものであれば更に良い。

## 【0113】

さらに、上述の実施の形態においては、保持部材押え17に略U字形状の溝を設け、当該溝に保持部材16を保持する場合について述べたが、本実施の形態においては、図16に示すように、保持部材押え17をV字型の溝を有する2つの部材17A、17Bから構成し、これら部材を用いて保持部材16を挟み込んで保持するようにしても良い。

## 【0114】

さらに、上述に実施の形態では、ガラススリーブ19内にUV樹脂23を注入する場合について述べたが、本実施の形態では、UV樹脂23の代わりに熱硬化樹脂を使用するようにしても良い。

#### 【0115】

但し、この実施の形態では、他個所で使用している樹脂の影響を考慮して、80°C以下の温度で熱硬化樹脂を熱硬化させるものとする。

#### 【0116】

また、この実施の形態のように熱硬化樹脂を使用する場合、紫外線を通過するガラススリーブ19を使用する必要はなく、セラミック材質のスリーブを用いるようにしても良い。

#### 【0117】

さらに、上述の実施の形態では、パッケージ12としてセラミック材質のパッケージを用いる場合について述べたが、本実施の形態では、黒色の樹脂材料で覆うトランスファーモールドなどによる樹脂モールド筐体を用いるようにしても良い。

#### 【0118】

さらに、上述の実施の形態では、フードをゴムで成る場合について述べたが、本実施の形態では、弾力性を有する合成樹脂で成るようにも良い。

#### 【0119】

さらに、上述の実施の形態では、引出ファイバ13と外部コードファイバ20との融着接合部28をガラススリーブ19及びUV樹脂23で固定する場合について述べたが、本実施の形態では、引出ファイバ13と外部コードファイバ20とを融着接合して光モジュールを製造するようにしても良い。これにより、製造工程を短縮することができる。但し、引出ファイバ13と外部コードファイバ20との融着接合部分の強度は下がるため、融着接合部28に負荷が掛からない状況で使用する必要がある。

#### 【0120】

##### 【発明の効果】

以上のように、この発明によれば、光素子と光ファイバとの光結合精度を維持

しながら、光ファイバの取扱いの煩雑さを低減して光モジュールを製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本実施の形態によるピグテール型光モジュールの外部構造を示す斜視図である。

【図2】 本実施の形態によるピグテール型光モジュールのうちパッケージを除いた外部構造を示す斜視図である。

【図3】 図1に示すピグテール型光モジュールのA-A線断面図である。

【図4】 図1に示すピグテール型光モジュールのB-B線断面図である。

【図5】 本実施の形態によるガラススリーブを示す略線図である。

【図6】 本実施の形態によるピグテール型光モジュールの製造方法を示す第1の略線図である。

【図7】 本実施の形態によるピグテール型光モジュールの製造方法を示す第2の略線図である。

【図8】 本実施の形態によるピグテール型光モジュールの製造方法を示す第3の略線図である。

【図9】 本実施の形態によるピグテール型光モジュールの製造方法を示す第4の略線図である。

【図10】 本実施の形態によるピグテール型光モジュールの製造方法を示す第5の略線図である。

【図11】 本実施の形態によるピグテール型光モジュールの製造方法を示す第6の略線図である。

【図12】 本実施の形態によるピグテール型光モジュールの製造方法を示す第7の略線図である。

【図13】 本実施の形態によるピグテール型光モジュールの製造方法を示す第8の略線図である。

【図14】 本実施の形態によるピグテール型光モジュールの製造方法を示す第9の略線図である。

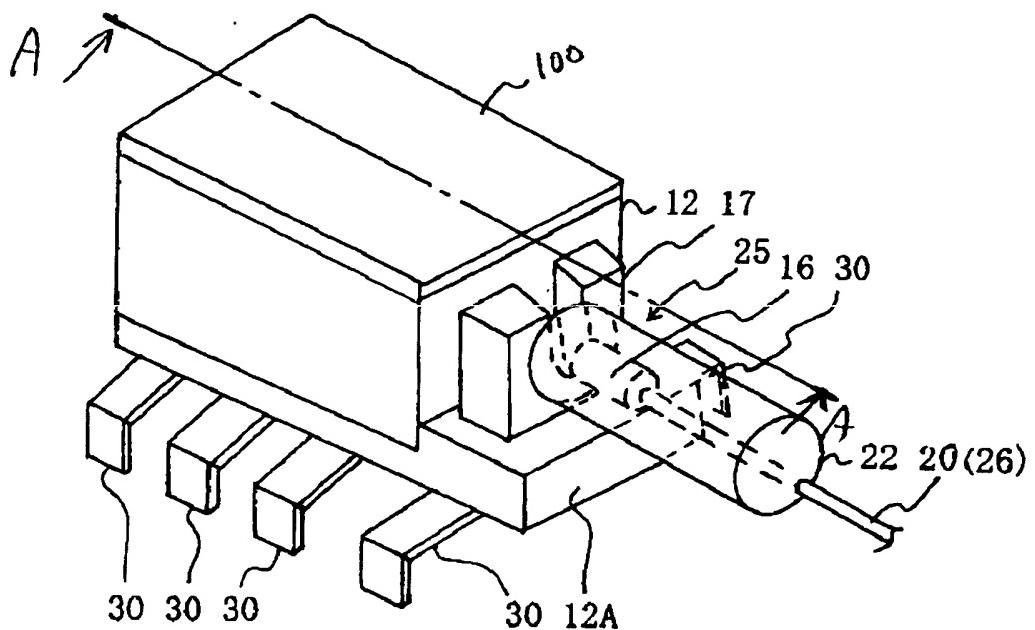
【図15】 他の実施の形態による保持部材の形状を示す略線図である。

【図16】 他の実施の形態による保持部材抑えを示す略線図である。

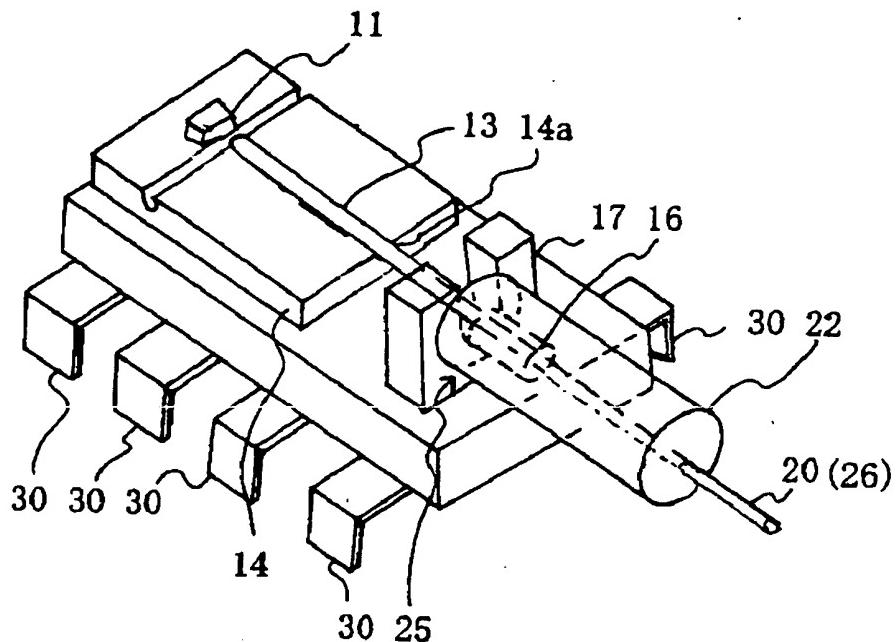
【符号の説明】

11 光素子、 12 セラミック製パッケージ、 13 引出ファイバ、 14  
第1のSi基板、 15 第2のSi基板、 16 保持部材、 17 保持部材抑え  
、 19 ガラススリーブ、 20 外部コードファイバ、 22 ゴムフード、 23  
UV樹脂、 25 ファイバ接続部、 26 光ファイバ、 28 融着接合部。

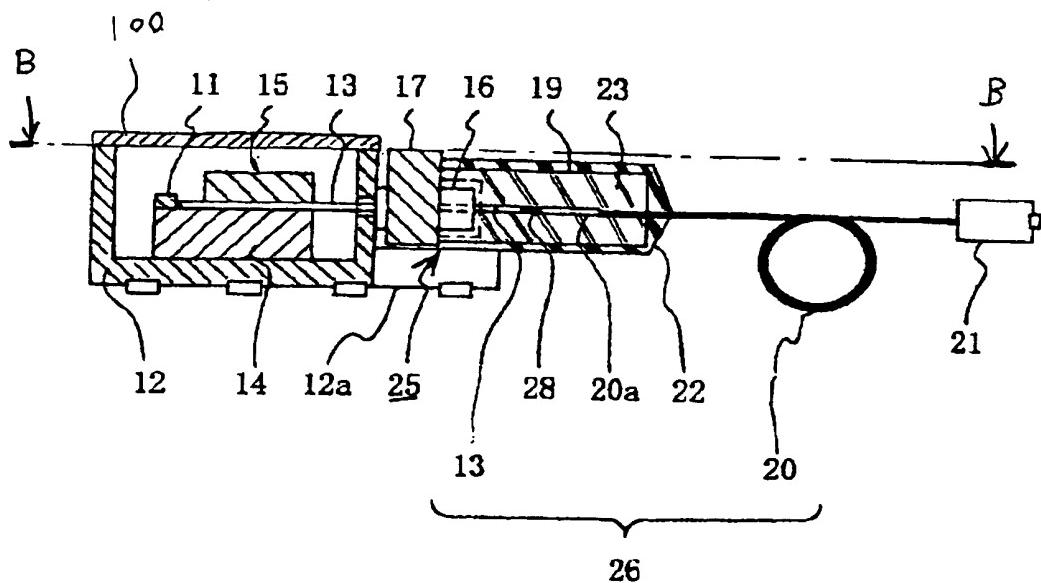
【書類名】 図面  
【図1】



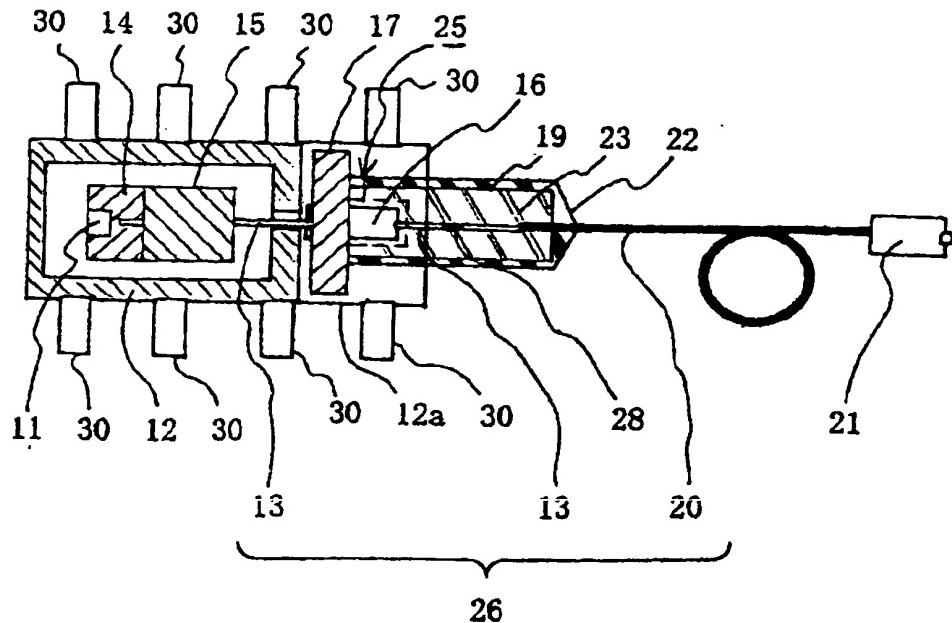
【図2】



【図3】

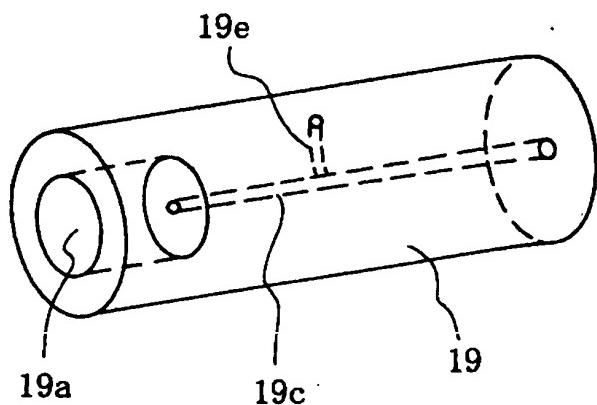


【図4】

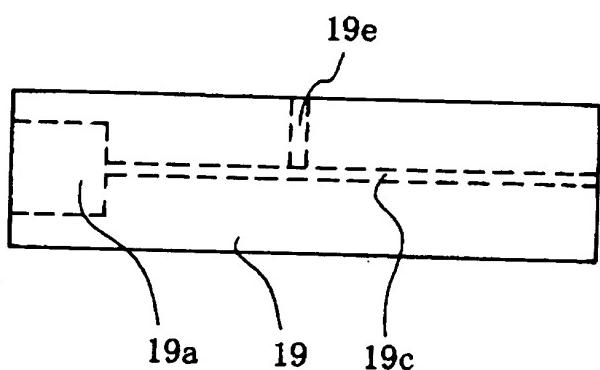


【図5】

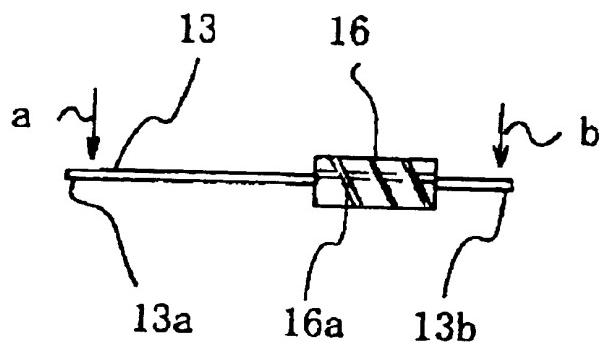
(A)



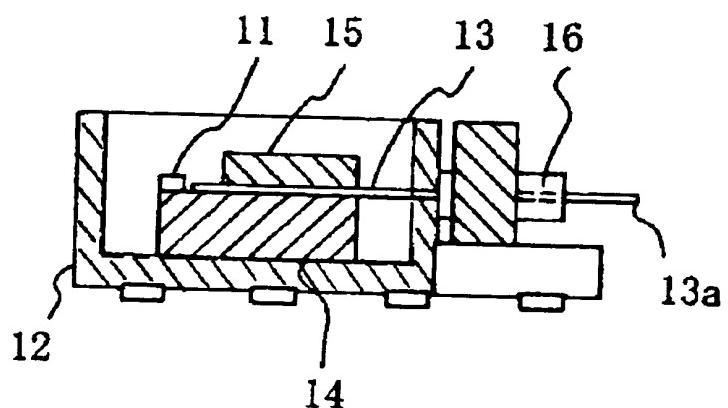
(B)



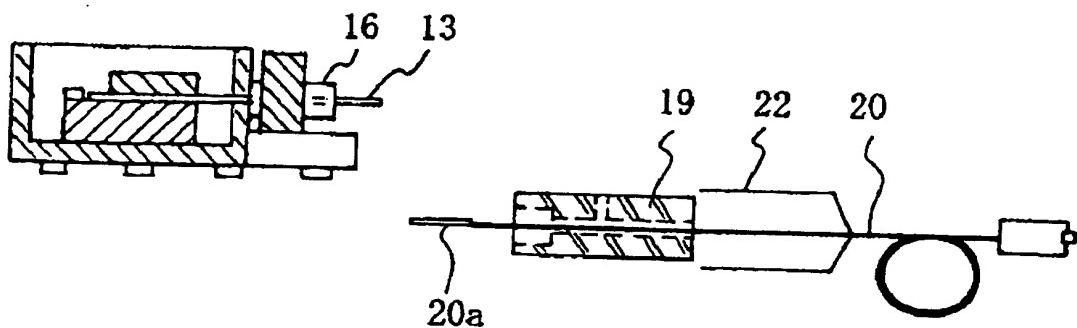
【図6】



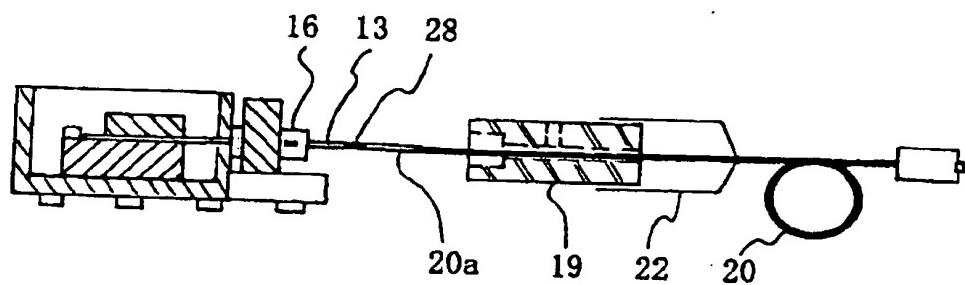
【図7】



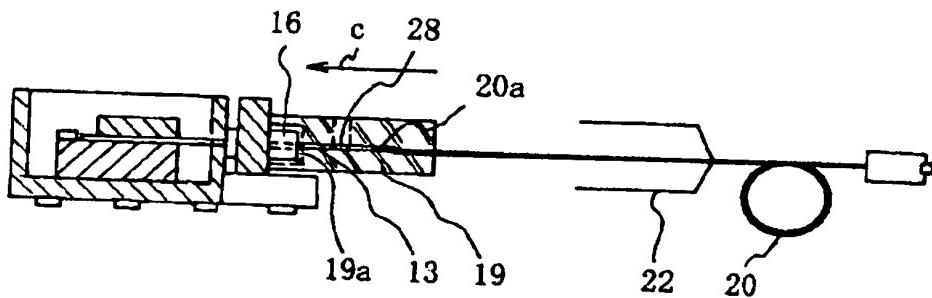
【図8】



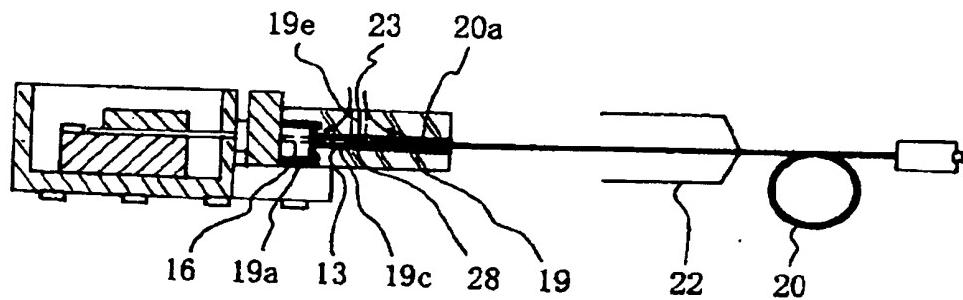
【図9】



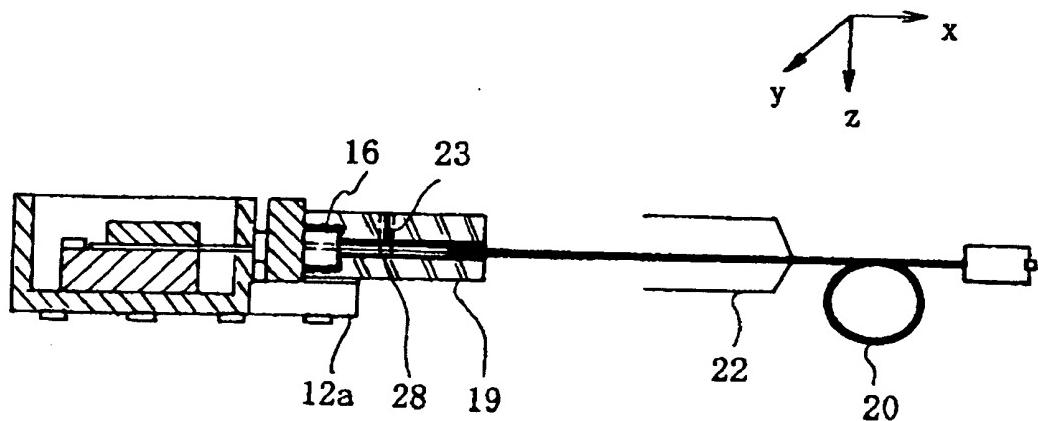
【図10】



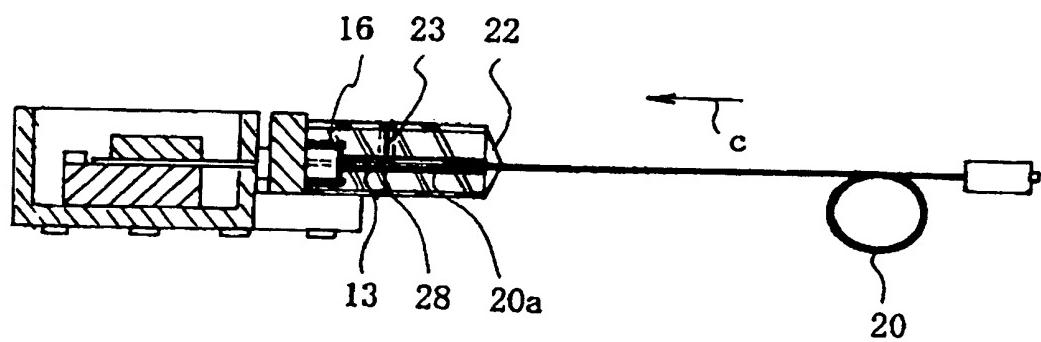
【図11】



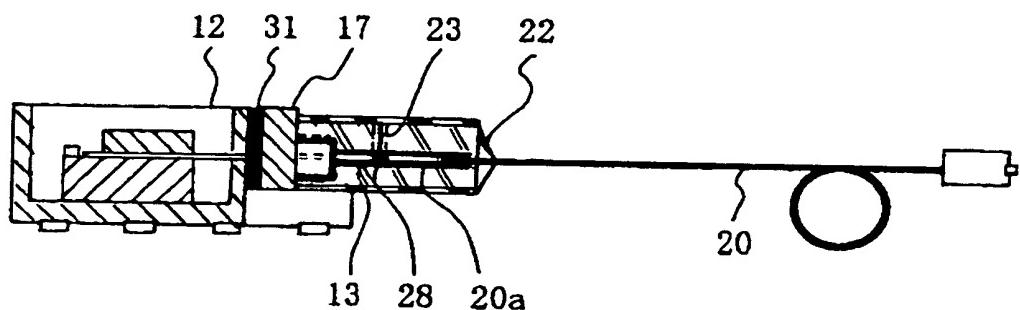
【図12】



【図13】

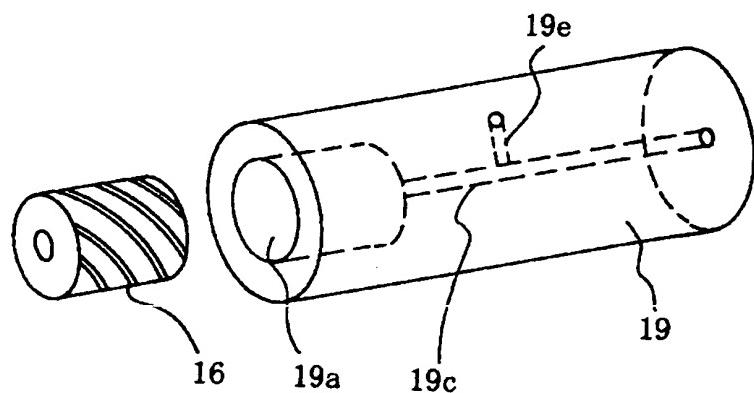


【図14】

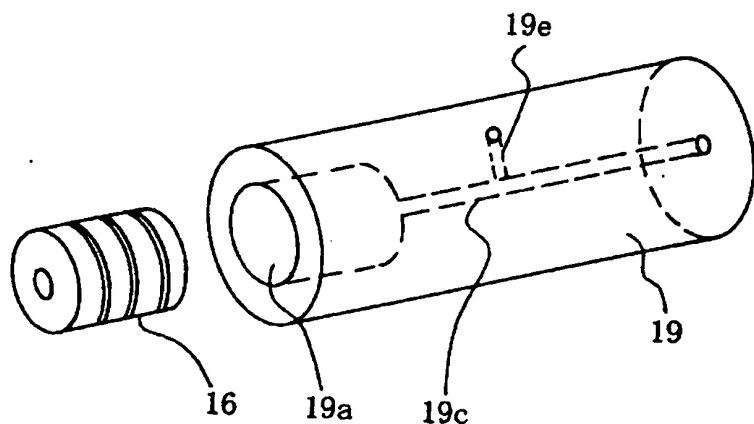


【図15】

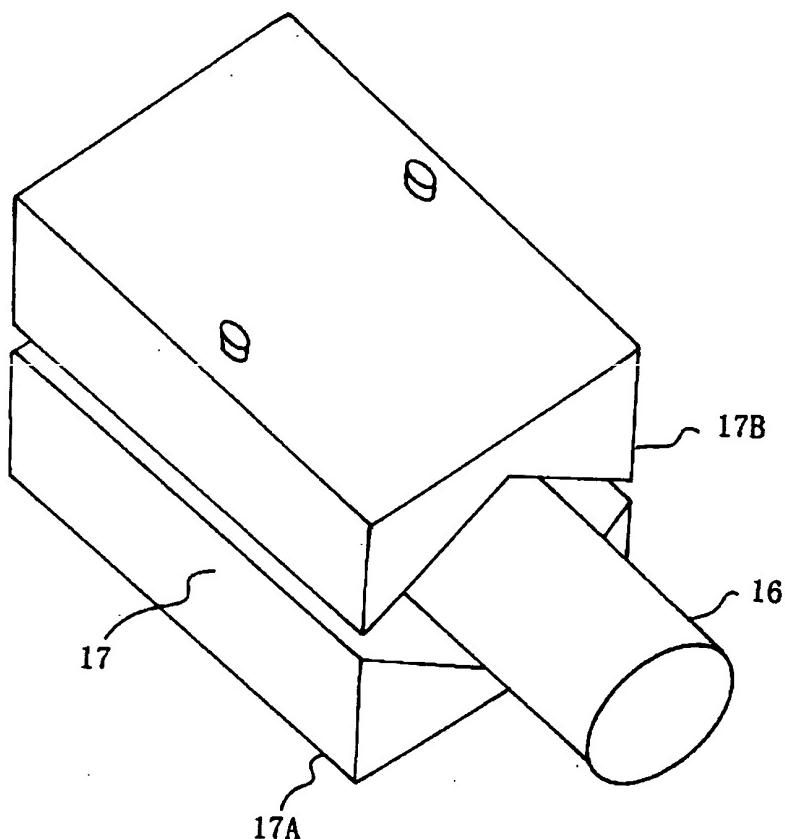
(A)



(B)



【図16】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明は、光素子と光ファイバとの光結合精度を維持しながら、光ファイバの取扱いの煩雑さを低減した光素子モジュールを開発することを目的とする。

【解決手段】 光素子を支持した支持部材と、光素子に光学的に接続された一端部及び支持部材の近傍で終端となる他端部を有する第1の光ファイバと、当該第1の光ファイバに融着接合された第2の光ファイバーとを備えるようにする。また、第1の光ファイバーと第2の光ファイバーとの融着接合部分は、支持部材により支持するようにした。

【選択図】 図3

出願人履歴情報

識別番号 [000006013]

1. 変更年月日 1990年 8月24日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号  
氏 名 三菱電機株式会社